

理论物理所专题讲座 (Colloquium) 简况

在理论所第十次专题讲座上,中科院生物所郭爱克研究员作了题为《脑——世界的选择性表征》的报告。主要内容如下:

一、神经元和突触的分子和细胞行为

为了揭示单个神经元的复杂性,神经生物学家不断改进与发展他们的工具,使刻画单个神经元的参数变得愈来愈丰富了。对于整个神经元,存在一系列随机因素的影响。若一神经元处在阈值附近,某些随机效应足以破坏发放与不发放之间的平衡,甚至当突触前纤维不存在动作电位的情况下,神经元仍可能自发地发放。实验证明,神经递质向突触间隙的释放是“量子”化的,每个“量子”可能含有 10^{11} 递质分子。这些细胞水平的非确定性因素显然有助于建立非确定性神经元的微观动力学。

二、突触的可塑性及赫布突触

1. 赫布突触与可能的分子机制

四十年前, D. Hebb 关于突触易化的思想:突触后神经元的发放将仅触发那些由突触前活性所设定的时间窗口所选择的突触的变化。研究表明,突触可塑性是通过 NMDA (N-甲基-D-天冬氨酸) 受体来调控的。NMDA 受体及其通道不仅与突触后神经细胞膜电位的去极化有关,而且也受控于突触前神经递质。这种电位门控与化学门控兼有的性质为 Hebb 思想找到了它的分子神经生物学基础。

2. 遗传机制与可塑性之间的相互作用

人的一生中,在人脑发生的可能是先天遗传信息确定的结构和程序与自组织过程之间的相互作用。Kalil 提出了一种模型:临界期的生化结构开始和停止合成特定模式的输入刺激敏感分子(如 NMDA)等,是受遗传指导的。在基因中可能已包含启动和停止的指令。

3. 神经网络的调制

1988年 A. I. Selverston 发现,基本的中枢模式发生器(CPG)神经网络在某些神经调质的作用下可以产生不同类型的稳态模式。在神经调质保持足够浓度的时间内,具有对神经线路在功能上重新布线的作用。所以,许多神经线路并不是人们想象的“硬线路”,而应被看作“软线路”。

三、学习与记忆的神经机制

正在积累的大量证据表明,联想记忆的机制在整个进化过程中一直是守恒的(这里联想记忆是指涉及到两个事件关系的一种学习记忆,比如条件反射);与记忆有关的神经元是不断变化的,作为已分化的成熟细胞,它们再不能分裂,却能奇迹般地变形。记忆是在分子水平上加以认识的。与记忆

现在天文学家已描绘出银河系旋涡结构几乎概括了大半个银河系圆面,计有4条旋臂,靠近银心方向的是人马座-船底座主臂,往外是盾牌座-南十字座中间臂、矩尺座内臂和英仙座外臂,此外还有一条被称做三千秒差距臂的旋臂。(图2)。

有关的化学反应可以排列成某种功能顺序,这种排序机制也许可能导致对记忆的最终认识。

四、视觉和脑的信息加工策略

由于视觉信息是多维的(包括空间位置、波长、时间、左右眼),因此,视觉信息加工必定是分级的,多层次的,多通道的和并串结合的。大脑皮层早期发育中听觉皮层或体感皮层可以被诱导转变为视觉皮层,这个实验结果带来的启迪是多方面的。九十年代的神经科学将是计算模型与神经生物学实验的结合。模拟本身并不能完全解决问题,但它会大大地放大科学家的直觉认识,有助于揭示脑的计算神经原理。

五、脑理论的发展及未来

脑理论的早期发育可以追溯到十九世纪中叶和下半叶,当时有四个脑理论“家族”,分别注重脑的负反馈动力学维持平衡过程、大脑皮层的细胞结构研究、视觉和听觉研究、大脑细胞、突触的感受、反射的等级以及神经系统的整合作用。经过发展,演化成为当代脑理论的六个“王国”:

A. “图灵王国”(Turingland),有图灵机思想(1937),逻辑神经元(1943),控制论(1948),信息论(1949),有冯·诺依曼的计算原理(1956),有感知机(1962),有马尔的视觉计算原理(1982),有机器人学、人工智能、自动控制、数字计算机等。

B. “大脑王国”(Brainland),有 Hebb 的学习律和细胞群体理论(1949),有 J. Hopfield 对神经网络和自旋玻璃系统的集体计算能力的再发现(1982),有 Amari 的联想记忆(1972),有联结主义和非线性动力学等。

C. “神经元王国”(Neuronland),有脑电图(EEG)、脑磁图(MEG)、脑事件相关电位(ERP)、脑的光学探测、脱氧葡萄糖代谢、大脑皮层血流测量、微电极阵列技术等多种技术开发。

D. “心理王国”和“反射王国”(Mindland, Reflexland),主要是对脑认知层次研究,其中包括 S. Grossberg 的脑的自适应共振(1980)。

E. “外祖母王国”(Grandmotherland),主要有 J. Lettvin 的“特征检测器”(1959)等。

脑理论的未来演化将充满论争和突破,将会有新概念新思想的提出。会使我们消除那些超自然的尘埃,在“神经的人间”重新找回我们的内心世界,最终跨越生物学与社会学以及身、心与灵魂间的鸿沟。

通 知

本刊自举办《我与〈现代物理知识〉》征文比赛以来,收到许多热心读者的稿件,已从中优选4篇在去年先后刊发,现经编辑部评定,黄先荣、李基好、王兵、卢一安同志荣获优秀作品奖,特予公布,本刊将依90-6期所规定办法奖励4名优胜者。

《现代物理知识》编辑部 1992.1.18